中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）41(4)：425～434（1992）

果樹樹型整修機械之研究[1]

陸龍虎　梁連勝　蔡致榮　鄧永興[2]

摘要：本研究旨在研發果樹樹型整修作業機械，以進行荔枝、龍眼、芒果、棗子等果樹經側引後之三層截頂角錐式之樹架的整枝與矮化工作，以減少整枝修剪工時與便於日後之管理、收穫，提高水果品質、產量與果農收益，促進本省果園邁入科學管理之領域。本機之設計係將所需之樹架（底層距地高爲60公尺，徑寬2公尺，每層間距60公分，頂徑寬1公尺，樹高1.8公尺以下）一次修剪成型，目前已完成三層式整枝機構及相關配件之設計研製，該雛型機經室內運轉試車良好，並以切斷速度比（k）1.86，即0.36m/s 之行走速度，0.67m/s 之切刀往復速度，進行田間作業試驗，經觀察結果，作業功能符合原設計要求，作業時對果樹枝條的傷害程度，據初步調查，尙未造成不適用之現象，唯需重複進行田間作業試驗與相關調查分析。

關鍵詞：果樹・樹型・整修機械

荔枝、龍眼、芒果及棗子等爲本省主要亞熱帶果樹，目前之總栽培面積，已高達四萬七仟餘公頃，因稻田轉作其分佈已由緩坡逐漸向平地延伸；該類果樹目前仍具發展潛力，但果樹之經營一直停留在早期之粗放式管理，對樹型之管理、整修與矮化及衍生之管理方法，果農疏於慮及，泰半仍沿用傳統之圓弧形樹冠；致樹型高大，果樹管理不易，收穫時需借助昇降機具，衍生收穫費時與成本高等瓶頸，無形中在僱工日益困難之農村投入另一難解之變數。其中單就荔枝之栽培管理技術而言，即使經由荔枝栽培基本研究結果中[(3)]，窺知經強剪之荔枝，若能適時控制過剩的營養生長，可以穩定開花及結果，且因果樹之採光率較傳統弧形樹型者爲高，致品質遠優於未整修者，但對這矮化修剪及管理方式，果農中能確實遂行者爲數並不多，龍眼、芒果及棗子等果樹亦然；但因目前無適用之整枝修剪機械可資引用，部份經營仍以人工利用剪定鋏、鋸子等進行樹型之簡單修整作業，每公頃計約需120～200工時，既費時且效率偏低，樹型亦無從加以確定。爲建立荔枝等果樹園科學化管理技術，以減少整枝修剪工時與成本支出，增加單位面積收益，勢需配合樹型整修栽培技術與整修作業機械之開發，方克竟全功。

材料與方法

一、整修機械之規劃、設計與研製

整修機械之規劃、設計工作係利用農地搬運車爲承載底盤並提供作業時所需之動力；配合樹架規劃，並因應作業角度、高度之需求，開發設計一次成型之整修機構，使該機具有截頂、側面及層間整修之功能。該機之作業方式，以沿行間進行整修，每一作業行程完成相鄰兩行各半行之側面整修工作。

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1649 號。本研究承行政院農業委員會補助（81—農建12.1—糧—26(13)得以完成，謹此致謝。

2. 本所農業工程系助理、研究員兼主任、助理研究員及鳳山分所助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

二、樹型之先期規劃與枝幹誘引

㈠設置試驗果樹園，新植供試用荔枝、芒果、龍眼及棗子等果樹，於幼枝生長期，配合未來作業需要，進行具有六十公分固定層間，枝條在水平方向錯開之單幹誘引作業，使樹型在整修深剪前先具一致之雛型樹架與模式。

㈡樹型管理

在試驗果園中，樹架以三層側引截頂角錐式進行規劃，底層距地高爲六十公分，徑寬二公尺；頂層徑寬一公尺，樹高1.8公尺。每層單幹誘引之角度全園力求一致，以符合機械作業需求；誘引方向沿栽培行向離主幹兩側，至少各十公分範圍內無側枝爲原則。同時配合現代化果園經營模式，設置果園自動化滴灌與施肥設施，以建立現代化果園經營體系。

結果與討論

本機之規劃如圖1及圖2所示，全機規格爲長2,535公厘，高2,015公厘，寬3,200公厘；本機包括動力部、變速箱、行走部、轉向裝置、制動裝置、主離合器與整枝機構及其傳動系統，整枝機構之操控裝置與其相關配備。

一、本機主體機構之規劃

以伍氏自走式噴霧車原有之動力，變速箱、行走部、轉向裝置、制動裝置、主離合器爲本機之主體機構。其規格型式如下：

㈠動力部：永盛牌 JS80C—8HP/2200r.p.m，四行程電動啓動或手搖起動兩用柴油引擎。

㈡動力傳動方式：皮帶傳動式。

㈢行走部：前、後輪胎規格分別爲16x6.50—8及19x8.00—10，前、後輪之輪距／軸距（cm），爲82及75/116，行走速度爲前進二檔（2km/hr，5.76km/hr），及後退一檔（1.3km/hr），

圖1　果樹樹型整修雛型機

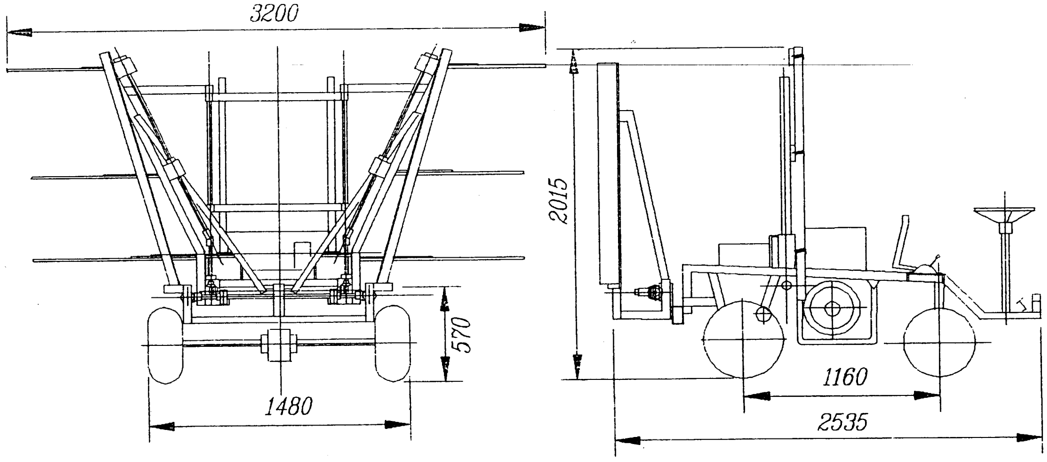


圖2　果樹樹型整修機略圖

最小轉彎半徑2.5m。

㈣轉向裝置：圓形方向盤（前輪轉向）。

㈤制動裝置：脚刹車；前輪及變速箱（機械內張式）手刹車；變速箱（機械內張式）。

㈥主離合器：張力皮帶式。

二、整枝機構及相關配備之設計與研製

㈠側整枝機架之研製：

如圖3所示，於ϕ35xL53（內攻5/8吋螺牙）之圓鐵上焊製整枝刀座之固定板（長 x 寬 x 厚爲560x50x9公厘）左右各一，其上攻製兩處1/2吋牙孔以供刀座固定按裝用，轉軸支點（螺牙中心）距地570公厘，固定板焊製時向外傾13度。

㈡三層水平整枝機架研製：

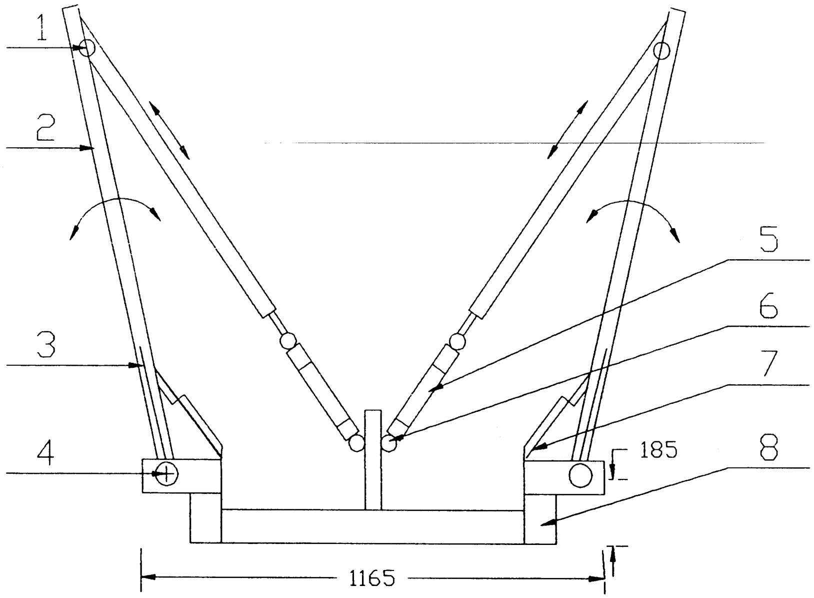
如圖4所示於50公厘之方形管（厚4公厘）上左右各焊製上、中、下三層，整枝刀座之固定板（長 x 寬 x 高爲560x50x9）其上攻製兩處1/2吋牙孔以供刀座固定安裝用，下層固定板距地面700公厘，各層之間隔爲600公厘，固定板與水平線向下傾斜成13度。

㈢刀具規劃：

本機整枝機構之刀具採用一般水稻聯合收穫機用割刀，刀鋒均呈鋸齒形，刀片寬50公厘，刀具計有側整枝刀具左右各一組，長1,450公厘，由承刀（固定刃）29片，切刀（活動刃）28片組成，承刀固定於刀座上，切刀固定於切刀固定桿上，切刀固定桿由曲柄傳動臂啓動後做往復運動；與三層水平整枝刀具左右各一組，每一組分上中下三層共六組刀具；上層長600公厘，由承刀12片，切刀12片組成；中層長700公厘，由承刀14片，切刀13片組成；及下層長850公厘，由承刀17片，切刀16片組成，其固定方式與側整枝刀具相同。

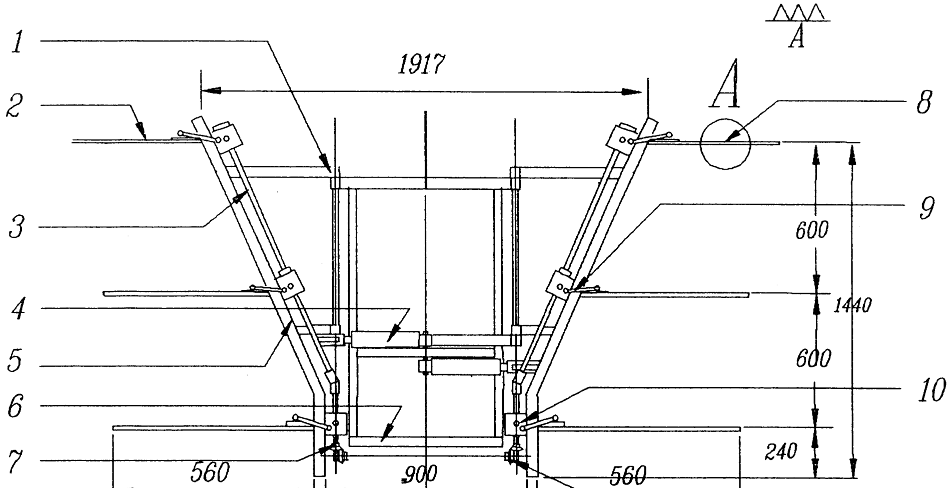
㈣切刀驅動裝置

本機之切刀驅動裝置採用（偏心式）曲柄連桿傳動裝置[1]。如圖4所示曲柄軸動力來自各組切刀之傘形齒輪（模數＝2.5，主、從動傘形齒輪齒數爲21齒），活動刃（切刀之行程S＝50公厘），活動刃每分鐘之往復次數爲400。



1. 上迴轉點　　5. 油壓缸
2. 刀座　　6. 動支點
3. 刀座固定板　　7. 曲柄連桿
4. 轉軸支架　　8. 機架

圖3 側整枝機構（請參照圖2）



1. 轉軸中心　　7. 止推軸承架
2. 刀座固定板　　8. 切刀
3. 轉動軸　　9. 曲柄連桿裝置
4. 油壓缸　　10. 傘形齒輪箱
5. 50MM 方形管　　11. 驅動傘形齒輪組
6. 主機架

圖4 水平三層整枝機構（請參照圖2）

㈤整枝機構之伸縮控制裝置

1. 側整枝機構之伸縮控制裝置

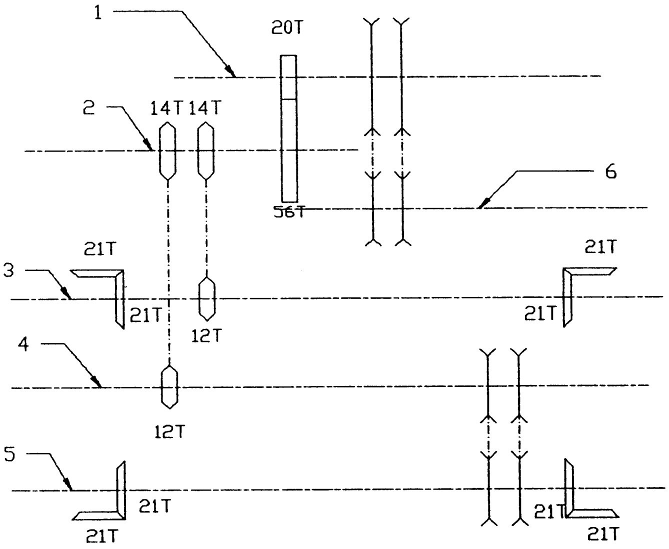
如圖3所示，刀座固定板安裝於轉軸活動支點，並於刀座之末端研製一共線之上迴轉中心，藉由一32公厘方形管與油壓缸之 Y 型接頭連接，並將油壓缸底座安裝於機架活動支點上，利用油壓電氣控制裝置操控感應型之油壓缸（CAϕ40x260）以進行側整枝機構之左右向伸縮，以便田間頭地轉彎或任意調整修剪樹枝之範圍。

2. 三層水平整枝機構之伸縮控制裝置

如圖4所示於三層水平整枝機架之上、中、下層各按裝一傘形齒輪箱（M＝2.5，T＝21齒）並於下層傘形齒輪箱之上下各按裝一平面止推軸承架，軸承架焊製於主機架上並以下層傘形齒輪箱之中心軸及平面止推軸承之垂直中心線爲轉軸支點藉油電控制操控感應型之油壓缸（CAϕ32×60公厘），以進行三層水平整枝機構之伸縮，以便田間頭地轉彎或免於整枝時刀具觸傷果樹主幹或撞傷刀具。

㈥整枝機構之傳動系統

如圖5所示，動力（8Hp/2200R.P.M.）由引擎軸上之三吋 B 型雙槽皮帶輪，藉由 B 型47吋三角皮帶傳至第一軸之六吋 B 型雙槽皮帶輪上，且於此兩皮帶輪間安裝一張力皮帶輪做爲整枝刀具之離合器；並經由第一軸上之20齒正齒輪（M＝3）與第二軸上之56齒正齒輪（M＝3）嚙合將動力傳至第二軸，再由第二軸上14齒（60＃）鏈輪經由鏈條（60＃）及12齒鏈輪帶動整枝驅動中繼軸，並於驅動中繼軸左右兩端各裝置一組傘形齒輪（21齒、M＝2.5）以驅動上、中、下三層之各組刀具的傘形齒輪箱（21齒、M＝2.5）並經由曲柄連桿帶動三層水平之整枝刀具。另外，藉由第二軸上之另一14齒鏈輪（60＃）與第三軸上12齒之鏈輪（60＃）帶動第



1. 引擎軸　4. 第三軸
2. 第一軸　5. 整枝第一驅動中繼軸
3. 第二軸　6. 整枝第二驅動中繼軸

圖5　傳動系統

三軸，且第三軸上按裝三吋 B 型三角皮帶輪（B 型雙槽）藉由 B 型56吋三角皮帶及另一三吋 B 三角皮帶輪帶動側整枝驅動中繼軸二於此軸兩端按裝傘形齒輪（M＝2.5）經由曲柄連桿帶動側整枝構。

㈦控制裝置

此裝置由一組輕巧之油壓動力單元，包括直流電動馬達（12V），油壓泵浦（每轉一 C.C ，最大流量每分鐘8公升），溢流閥，過濾器，油箱等、並於迴路中按裝油路板，止回閥，電磁閥，單向節流閥及感應型油壓缸，藉由油壓電氣控制箱進行操控其迴路圖如圖6所示。

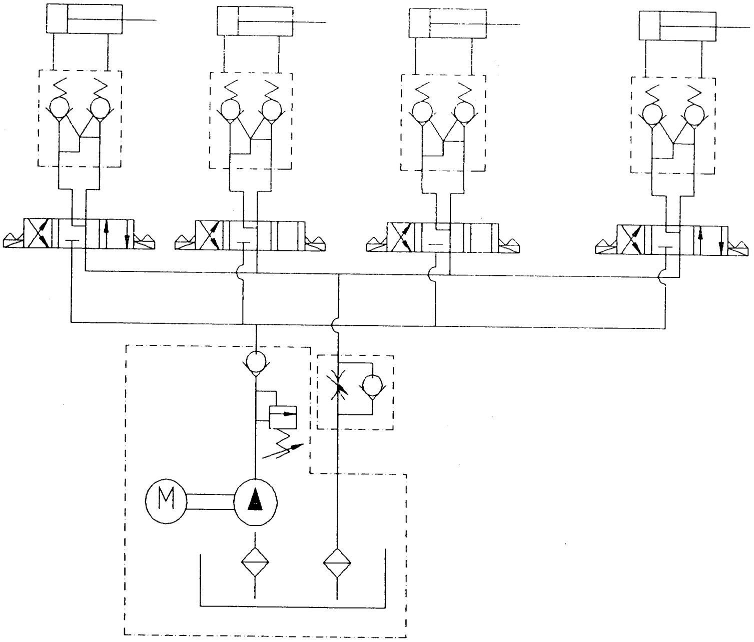


圖6　油壓控制迴路

三、田間作業試驗

本機研製完成後經室內試車，運轉調適後，前往鳳山園藝分所之荔枝園進行整枝作業試驗，其作業情形如圖7所示，作業速度設定為每秒0.57公尺，切刀往復平均速度 V＝S.N/30(4)＝0.67公尺／秒，S＝切刀之行程，N＝切刀每分鐘之往復數，而 K（切斷速度比）[4]＝切刀往復平均速度／行進速度＝0.67/0.57＝1.18，然据實際整枝作業觀察發現以每秒0.57公尺之行進速度進行整枝作業，操作者反應須相當靈活快速，否則難以控制好樹型，且果園之地面平整與否亦關係本機之整枝性能的發揮。據前人研究 K 值介於1.2～2.4為最適當[1]；因此，研製變更變速箱之驅動皮帶輪之輪徑使行進速度減慢為每秒0.36公尺，切刀往復平均速度仍維持每秒0.67公尺（極限速度每秒1.9公尺）[2]以便增加 K 值成為1.86使其介於最適當值範圍內，並於本所進行一般樹枝之修剪結果尚稱良好，其整枝枝條之切口如圖8所示。

結論與建議

本研究雖已研製完成一果樹樹型整修之雛型機，但該整修機械之使用，尚須配合樹型之規劃與枝幹之誘引管理，故本機之實際效益仍有待完成更多的田間試驗與相關調查，方能確定；然在我們所作

圖7 田間整修作業

圖8 整修後枝條切口

初步作業試驗觀察中，我們獲得了一些有利今後研究參考之訊息。

一、研製完成之雛形機及相關零組件之結構強度，於田間作業時未有任何斷裂或鬆脫。

二、整枝機構作業功能符合原設計之目標，經整修後之枝條的生長尚未發現有不良之影響。

三、本機之設計關鍵在於整枝機構之修剪作業，故如何得到最佳之修剪性能，其切刀往復速度及行進作業速度，與兩者之比值（切斷速度比）為主要考慮因素，經實際作業觀察發現，行進作業速度不宜高於每秒0.36公尺，切刀往復速度每秒0.67公尺即可。切斷速度比（K）為1.86，介於1.2～2.4。

四、本機之規劃目標即將所須之樹架一次修剪成型，節省修剪工時，然果園之地面須保持平整，才能發揮本機應有之作業性能。

五、三層水平整枝機構作左、右對稱之按排，振動可減至最低，然側整枝機構之振動仍有待加以改進。

六、整枝機構之伸縮裝置採用油壓電控方式操控，便於頭地轉彎及調整修剪範圍。

參考文獻

1. 彭添松，陳勝生・1981・水稻聯合收穫機收割機構之改良研究・農業工程學報。p26，p28。

2. 黃清旺・1987・履帶式青飼收穫機之研究。農業工程學報・p72・

3. 鄧永興・1990・玉荷包荔枝之栽培管理臺灣省農業試驗所技術服務第一卷第三期 p25—26。

4. 江崎春雄・1970・バインダとコソバイソ農業圖書株式會社・p153，p155・

Study on The Pruning Implement of Subtropical Fruit Tree[1]

L.H. Lu, L.S. Liang, T.R. Tsai[2] and Y.H. Teng[3]

Summary

There is a challenge to develop a pruning machine to shape the fruit tree frame work as a top flatted cone with three layers to dwarf the frame work. The spacing between each layer is sixty cm. It will make the advantage of easy to cultivating and handling. The upper layer has one meter in diameter and the lower layer is two meter, respectively. The machine will form the frame work through one operation with a cutting speed of 0.67m/s respect to 0.36 m/s working speed. Because of the field trail, the performance of the machine can meet the demand and the damage rate does not affect the growth of the tree.

key Words : Fruit Tree, Pruning Implement

1. Contribution No. 1649 from The Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant, Head and Senior Engineer, Specialist, Department of Agricultural Engineering, TARI, Wu-feng, Taichung, Taiwan 413, ROC.
3. Assistant Horticulturist, Department of Tropical Horticulture, Feng-shan Hor. Experiment Station, Feng-shan, Kao-hsung, Taiwan, ROC.